



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2009108860/02, 10.03.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.03.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **10.03.2009**(43) Дата публикации заявки: **20.09.2010** Бюл. № 26(45) Опубликовано: **10.07.2011** Бюл. № 19(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2287017 C2, 10.11.2006. RU 2167944 C2, 27.05.2001. RU 2282665 C2, 27.08.2006. RU 2206630 C2, 20.06.2003. US 5407179 A, 18.04.1995.**

Адрес для переписки:

**620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19,
"УрФУ", Центр интеллектуальной
собственности, Т.В. Маркс**

(72) Автор(ы):

Лисиенко Владимир Георгиевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

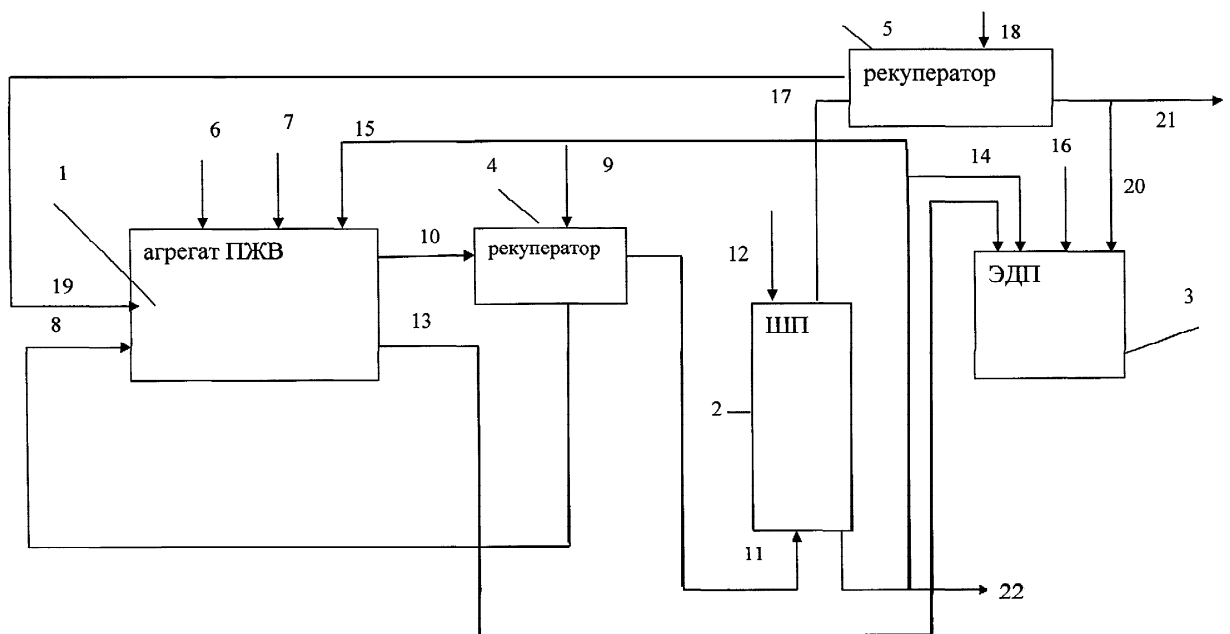
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет имени
первого Президента России Б.Н. Ельцина"
(RU)**

(54) СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ ТИТАНОМАГНЕТИТОВ ПРИ ПРЯМОМ ЛЕГИРОВАНИИ СТАЛИ ВАНАДИЕМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, в частности, к переработке ванадийсодержащих титаномагнетитов и выплавке легированных ванадием сталей. Способ включает восстановление титаномагнетитовых ванадийсодержащих рудных материалов углем или углесодержащими материалами в агрегате прямого жидкофазного восстановления с одновременным получением чугуна и горячих восстановительных газов, металлзацию в агрегате металлзации окисленных ванадийсодержащих окатышей при подаче горячих восстановительных газов из агрегата прямого жидкофазного восстановления, подачу жидкого чугуна, металлизированных окатышей и лома в дуговую электропечь и

плавку с получением легированной ванадием стали. Часть горячих металлизированных окатышей из агрегата металлзации загружают в агрегат прямого жидкофазного восстановления, при этом доля металлизированных окатышей в шихте агрегата прямого жидкофазного восстановления m определяют из соотношения: $m=1/2(FeO_{ж.к.}/(FeO_{ж.к.}-FeO_{м.о.}))$, где $FeO_{ж.к.}$ и $FeO_{м.о.}$ - содержание FeO в титаномагнетитовом ванадийсодержащем рудном материале в пересчете оксидов железа на FeO по кислороду и в металлизированных окатышах соответственно. Изобретение обеспечивает увеличение извлечения ванадия в металл, снижение расхода угля на жидкофазное восстановление и снижение риска вспенивания шлака в агрегате ПЖВ. 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2009108860/02, 10.03.2009**(24) Effective date for property rights:
10.03.2009

Priority:

(22) Date of filing: **10.03.2009**(43) Application published: **20.09.2010 Bull. 26**(45) Date of publication: **10.07.2011 Bull. 19**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, "UrFU ",
Tsentr intellektual'noj sobstvennosti, T.V. Marks**

(72) Inventor(s):

Lisienko Vladimir Georgievich (RU)

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Ural'skij
federal'nyj universitet imeni pervogo Prezidenta
Rossii B.N. El'tsina" (RU)****(54) PROCEDURE FOR PROCESSING VANADIUM CONTAINING TITAN-MAGNETITE AT DIRECT ALLOYING STEEL WITH VANADIUM**

(57) Abstract:

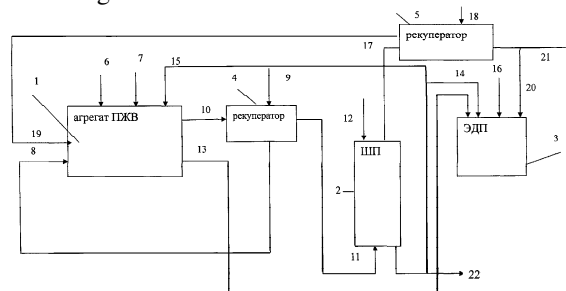
FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: procedure consists in reduction of titan-magnetite vanadium containing ore materials with coal or coal containing materials in aggregate of direct liquid phase reduction with simultaneous production of iron and hot reduction gases, in metallisation of oxidised vanadium containing pellets in aggregate of metallisation at supply of hot reduction gases from aggregate of direct liquid phase reduction, in supply of liquid iron, metallised pellets and scrap into electric arc furnace, in melting and in producing steel alloyed with vanadium. From the aggregate of metallisation part of hot metallised pellets is loaded to the aggregate of direct liquid-phase reduction; also, share of metallised pellets in charge of the aggregate of liquid phase reduction m is determined from the ratio:

$m = 1/2(FeO_{f.o.}/(FeO_{f.o.} - FeO_{m.p.}))$, where $FeO_{f.o.}$ and $FeO_{m.p.}$ are contents of titan-magnetite vanadium containing ore material in terms of iron oxides per FeO by oxygen and in metallised pellets correspondingly.

EFFECT: increased extraction of vanadium into metal, reduced consumption of coal for liquid phase reduction and reduced risk of slag foaming in aggregate of DLR (direct liquid reduction).

1 dwg



Изобретение относится к области металлургии, в частности к переработке ванадийсодержащих титаномагнетитов и выплавке легированных ванадием сталей.

Известны способы переработки ванадийсодержащих титаномагнетитов при прямом легировании стали ванадием [1-3].

В этих способах используется в качестве источника восстановительных сред природный газ, уголь или углеродсодержащие материалы.

В известных способах [3-5] используется комбинированный способ восстановления ванадийсодержащих титаномагнетитов: жидкофазное восстановление в агрегате прямого жидкофазного восстановления (ПЖВ) и твердогазофазное восстановление в агрегатах металлзации. При этом агрегат ПЖВ работает в смешанном режиме: с получением жидкого чугуна и горячих восстановительных газов, направляемых в агрегат металлзации.

Однако недостатком этих способов является сравнительно высокое содержание фосфора в чугуне, что усложняет процесс извлечения ванадия в сталь в восстановительный период в электродуговой печи. В этом случае приходится для предварительного извлечения ванадия дополнительно вводить в технологическую схему агрегат деванадации, что усложняет технологический процесс.

Кроме того, при большом содержании оксидов железа в рудных материалах и большой доле жидкофазного восстановления в агрегате ПЖВ в шлак переходит значительное количество оксидов железа, что приводит к снижению степени извлечения ванадия и может явиться причиной аварийного вспенивания шлака.

Таким образом, известен способ бескоксовой переработки ванадийсодержащего железорудного сырья [3]. Однако недостатком этого способа является повышенное содержание фосфора в чугуне агрегата ПЖВ, что затрудняет протекание восстановительного процесса в электродуговой печи и большое содержание оксида железа в шлаке агрегата ПЖВ, что приводит к снижению степени извлечения ванадия и риску вспенивания шлака. Кроме того, расход угля на протекание процессов жидкофазного восстановления значителен.

Технической задачей предлагаемого изобретения является обеспечение увеличения извлечения ванадия в металл, снижение расхода угля на жидкофазное восстановление и снижение риска вспенивания шлака в агрегате ПЖВ.

Эта задача решается следующим образом.

Способ переработки ванадийсодержащих титаномагнетитов с прямым легированием стали ванадием включает восстановление титаномагнетитовых ванадийсодержащих рудных материалов углем или углесодержащими материалами в агрегате прямого жидкофазного восстановления с одновременным получением чугуна и горячих восстановительных газов, металлзацию в агрегате металлзации окисленных ванадийсодержащих окатышей при подаче горячих восстановительных газов из агрегата прямого жидкофазного восстановления, подачу жидкого чугуна, металлизированных окатышей и лома в дуговую электропечь и плавку с получением легированной ванадием стали, отличается тем, что часть горячих металлизированных окатышей из агрегата металлзации загружают в агрегат прямого жидкофазного восстановления, при этом доля металлизированных окатышей в шихте агрегата прямого жидкофазного восстановления m определяют из соотношения

$$m = \frac{1}{2} \frac{\text{FeO}_{\text{ж.к.}}}{\text{FeO}_{\text{ж.к.}} - \text{FeO}_{\text{м.о.}}},$$

где $\text{FeO}_{\text{ж.к.}}$ и $\text{FeO}_{\text{м.о.}}$ - содержание FeO в титаномагнетитовом ванадийсодержащем рудном материале или в пересчете оксидов железа на FeO по кислороду и в

металлизированных окатышах соответственно.

Как известно, нормальный ход плавки в агрегате ПЖВ (печи РОМЕЛТ) характеризуется содержанием FeO в шлаке на уровне 3,0-3,5% [4]. Различные факторы неточностей в управлении процессом (избытки или недостаток угля, увеличение его

крупности и зольности) могут приводить к увеличению содержания FeO в шлаке и возникновению риска вспенивания шлака. Этот риск увеличивается с содержания оксидов железа в рудных материалах и с увеличением расхода угля на протекание процессов восстановления оксидов железа. С увеличением расхода угля увеличивается и содержание фосфора в получаемом чугуна, что приводит к необходимости установки агрегата деванадации и усложнению технологической схемы. Прямое же использование богатого фосфором чугуна в электродуговой печи затрудняет протекание восстановительного периода плавки вследствие синхронного перехода ванадия и фосфора в металл.

Дополнительная задача металлизированных окатышей в ванну агрегата ПЖВ снижает расход угля, что в свою очередь уменьшает содержание фосфора в чугуна.

Кроме того, так как содержание оксида железа FeO в металлизированных окатышах невелико (на уровне 7,5-16,7% [5]), то восстановительные процессы в ванне проходят более спокойно, степень жидкофазного восстановления соответственно снижается, а возможность увеличения содержания FeO в шлаке также уменьшается.

Необходимая пропорция рудных материалов и металлизированных окатышей в шихте агрегата ПЖВ оценивается, прежде всего, по необходимости поддержания на требуемом уровне содержания FeO в шлаке. Концентрация FeO в шлаке, равная 6-7%, уже является предельной, приводящей к риску вспенивания шлака и аварийному состоянию процесса [4]. Учитывая, что нормальное протекание процесса РОМЕЛТ обеспечивается при содержании FeO в шлаке на уровне 3,0-3,5%, можно считать двухкратный запас по снижению содержания FeO в шлаке достаточной гарантией безаварийности процесса. При этом требуемое соотношение металлизированных окатышей и титаномагнетитового ванадийсодержащего рудного материала, обеспечивающее двухкратный запас по содержанию FeO в шлаке, определится из выражения

$$\frac{\text{FeO}_{\text{ж.к.}}}{\text{FeO}_{\text{ж.к.}}(1-m) + \text{FeO}_{\text{м.о.}} \cdot m} = 2, \quad (1)$$

где m - доля металлизированных окатышей в шихте; $\text{FeO}_{\text{ж.к.}}$ и $\text{FeO}_{\text{м.о.}}$ - содержание FeO в титаномагнетитовом ванадийсодержащем рудном материале (в пересчете оксидов железа на FeO по кислороду) и в металлизированных окатышах соответственно.

Тогда из формулы (1) получаем

$$m = \frac{1}{2} \frac{\text{FeO}_{\text{ж.к.}}}{\text{FeO}_{\text{ж.к.}} - \text{FeO}_{\text{м.о.}}} \quad (2)$$

Например, при $\text{FeO}_{\text{ж.к.}}=80\%$ и $\text{FeO}_{\text{м.о.}}=15\%$ величина

$$m = \frac{1}{2} \frac{80}{80 - 15} = 0,615.$$

При добавлении в шихту металлизированных окатышей требуемый расход угля на восстановление оксидов железа снижается. Это снижение оценивается по доле снижения кислорода в шихте при добавлении металлизированных окатышей, и оно будет соответствовать двухкратному снижению содержания FeO в шихте, т.е. требуемый расход угля на восстановление оксидов железа также при этом снижается в

два раза.

При снижении содержания FeO в шлаке увеличивается извлечение ванадия в чугун агрегата ПЖВ. Так, при снижении содержания FeO в шлаке с 5% до 0,5% степень извлечения ванадия увеличивается с 30% до почти 80% [4].

При этом будет снижено и содержание фосфора в чугуне, так как основным источником фосфора в чугуне является уголь. Даже простое «разбавление» шихты металлизированными окатышами, практически не содержащими фосфора, приводит к соответствующему их доле в шихте снижению содержания фосфора в чугуне. Это облегчает протекание восстановительного периода в дуговой электропечи и позволяет увеличить долю ванадия в стали.

На чертеже приведено устройство, реализующее данный способ. Оно состоит из агрегата ПЖВ (1), шахтной печи металлизации (ШП) (2), дуговой электропечи ЭДП (3) и рекуператоров (4) и (5).

Устройство работает следующим образом. В агрегат ПЖВ (1) загружается титаномагнетитовый ванадийсодержащий рудный материал (6), энергетический уголь (7) и часть металлизированных окатышей из шахтной печи (15). В рекуператор (4) подается кислородно-воздушная смесь (9). Получаемый в агрегате ПЖВ горячий восстановительный газ (10) поступает в рекуператор (4), в который подается и нагреваемая кислородно-воздушная смесь (9). Восстановительный газ с температурой 750-850°C из рекуператора (4) подается на вход ШП (11). Подогретое кислородно-воздушное дутье подается на фурмы агрегата ПЖВ (8). В ШП поступают окисленные окатыши, содержащие оксиды ванадия (12). Металлизированные окатыши ШП (14) подаются в электропечь (3). Часть металлизированных окатышей (15) подается в агрегат ПЖВ (1). В электродуговую печь (3) подается также чугун агрегата ПЖВ (13) и лом (16). Колошниковый газ ШП (17) подается в рекуператор (5) как теплоноситель, в который также подается нагреваемый кислород (18). Далее подогретый кислород поступает на верхние фурмы агрегата ПЖВ (19) для дожигания части восстановительного газа. Часть колошникового газа используется в топливно-кислородных горелках ЭДП (20), а часть подается как экспортный газ (21). Часть металлизированных окатышей используется в виде экспортных (22). Состав металлической части электродуговой печи: 50-60% металлизированных окатышей, 30-40% чугуна, 10-20% металлического лома.

Использование данного способа приводит к увеличению извлечения ванадия в металл, снижает риск вспенивания шлака и облегчает управление плавкой в агрегате ПЖВ, обеспечивает снижение расхода угля на процесс восстановления в агрегате ПЖВ.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Лисиенко В.Г., Соловьева Н.В., Трофимова О.Г. Альтернативная металлургия: проблема легирования, модельные оценки эффективности / Под ред. В.Г.Лисиенко. М.: Теплотехник, 2007. - 440 с.

2. Лисиенко В.Г., Попов В.В. Способ бескоксовой переработки рудного сырья с получением легированной ванадием стали. Патент на изобретение №2318024. Бюл. №6, 27.02.2008.

3. Лисиенко В.Г., Юсфин Ю.С., Смирнов Л.А. и др. Способ бескоксовой переработки ванадийсодержащего рудного сырья с получением легированной ванадием стали, горячих металлизированных окатышей и ванадиевого шлака. Патент на изобретение №2287017. Опубл. 2006.11.10.

4. Процесс Ромелт /В.А.Роменец, В.С.Валавин, А.Б.Усачев и др./ Под ред.

В.А.Роменца. - М.: МИСиС, Издательский дом «Руда и Металлы», 2005. - 400 с.

5. Ровнушкин В.А., Смирнов Л.А. Выплавка ванадийсодержащих сталей в электродуговых печах с использованием качканарских металлизированных окатышей. Проблемы производства и применения сталей с ванадием. Материалы
 5 Международного научно-практического семинара. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. С.144-171.

Формула изобретения

10 Способ переработки ванадийсодержащих титаномагнетитов с прямым легированием стали ванадием, включающий восстановление титаномагнетитовых ванадийсодержащих рудных материалов углем или углесодержащими материалами в агрегате прямого жидкофазного восстановления с одновременным получением чугуна
 15 и горячих восстановительных газов, металлизацию в агрегате металлизации окисленных ванадийсодержащих окатышей при подаче горячих восстановительных газов из агрегата прямого жидкофазного восстановления, подачу жидкого чугуна, металлизированных окатышей и лома в дуговую электропечь и плавку с получением легированной ванадием стали, отличающийся тем, что часть горячих
 20 металлизированных окатышей из агрегата металлизации загружают в агрегат прямого жидкофазного восстановления, при этом доля металлизированных окатышей в шихте агрегата прямого жидкофазного восстановления m определяют из соотношения:

$$25 \quad m = \frac{1}{2} \frac{\text{FeO}_{\text{ж.к}}}{\text{FeO}_{\text{ж.к}} - \text{FeO}_{\text{м.о}}},$$

где $\text{FeO}_{\text{ж.к}}$ и $\text{FeO}_{\text{м.о}}$ - содержание FeO в титаномагнетитовом ванадийсодержащем рудном материале в пересчете оксидов железа на FeO по кислороду и в металлизированных окатышах соответственно.
 30